

**С. В. Сальник**

Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського",

Провідний науковий співробітник науково-організаційного відділу науково-дослідного центру,

Кандидат технічних наук

[sergey-v-s@ukr.net](mailto:sergey-v-s@ukr.net)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4463-5705>

**МЕТОД МОНІТОРИНГУ СТАНУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ДАНИХ В МОБІЛЬНИХ РАДІОМЕРЕЖАХ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

В статті розроблено метод моніторингу стану функціонування системи управління потоками даних в мобільних радіомережах з використанням нейронних мереж способом удосконалення існуючого методу. Забезпечення ефективного управління мобільних радіомереж в умовах часткої зміни обстановки можливе лише за наявності вузлової системи управління, здатної проводити моніторинг стану функціонування підсистеми управління потоками даних. Суть нового методу: полягає в удосконаленні існуючого методу шляхом моніторингу стану функціонування мобільних радіомереж з використанням нейронних мереж, розподільчої ідентифікації параметрів порушень стану функціонування з проведенням вибору щодо застосування заходів із захисту системи при статистичному описі мобільних радіомереж та врахуванням множини впливів на неї на основі нейронних мереж. На відміну від існуючого методу, який оцінює рівень функціонування на основі повної вибірки параметрів порушень, які не враховують характеристичні особливості функціонування мобільних радіомереж, шляхом послідовного аналізу процесу впливу порушень на інформаційну систему та без можливості пошуку нових типів порушень та підбору управлінських рішень направлених на підтримання рівня функціонування системи. Запропонований метод забезпечує оцінку рівня функціонування мобільних радіомереж на основі множини параметрів, які відображають саме функціонування елементів мобільних радіомереж з функцією паралельно-розподільчої ідентифікації нових типів порушень з використанням нейронних мереж. Даний метод дозволить: зменшити час прийняття рішення щодо моніторингу стану функціонування системи управління потоками даних в мобільних радіомережах, збільшити точність прийняття рішення щодо моніторингу стану функціонування системи управління потоками даних в мобільних радіомережах, при збереженні повноти навчальної вибірки запропонованого методу не нижчого, ніж у існуючого методу, за рахунок використання нейронних мереж, алгоритму розподільчої ідентифікації та ідентифікації нових типів порушень.

**Ключові слова:** мобільна радіомережа, моніторинг, стан функціонування, система управління потоками даних, управлінське рішення, нейронна мережа.

**1. Вступ. Постановка проблеми.** Динаміка розвитку та поширення мобільних радіомереж (МР), вимагає забезпечення постійного контролю процесу функціонування та коректного їх використання. Основними особливостями побудови та застосування МР є: динамічна зміна топології; децентралізоване управління; спільний доступ елементів мереж до середовища передачі інформації; масштабованість мережі; необхідність збору, обробки, зберігання великої кількості інформації щодо стану мережі в цілому або елементів мереж зокрема.

Зазначені особливості МР обумовлюють множину вразливостей, які можуть бути використані з метою порушення рівня стану функціонування МР або здійснення інших дій направлених на порушення властивостей комунікаційних систем, ресурсів та процесу функціонування МР [1,2].

З метою забезпечення належного функціонування МР та забезпечення якості обслуговування інформаційних ресурсів МР, передбачена система управління потоками даних (СУПД) у складі елементів МР, вузлів МР або системи управління МР. Подібна СУПД у своєму складі містить відповідні підсистеми: ідентифікації, навчання, прогнозування, підтримки прийняття рішень, моніторингу стану функціонування, оцінювання стану функціонування МР тощо. Реалізація забезпечення процесу моніторингу стану функціонування МР та коректність функціонування СУПД ґрунтується на основі застосування методів оцінки стану функціонування елементів системи від порушень [2,3,4]. Дані методи застосовуються з метою оцінки стану функціонування МР та встановлення рівня достатності реалізованих способів, методів та засобів забезпечення належного рівня функціонування в МР [5,6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Робота подібних методів вивчалася та була описана в роботах [2,7,8]. В цілому вивчення, удосконалення та розробка подібних методів сприятиме покращенню характеристичних особливостей та функціональних можливостей елементів, засобів, компонентів, мереж зв'язку та покращенню характеристик та функціональних особливостей засобів що застосовуються в МР та комплексах зв'язку. До таких засобів зв'язку, які застосовуються при організації МР належать засоби: організації управління МР; моніторингу стану функціонування СУПД в МР; організації взаємодії елементів СУПД, вузлів МР, тощо.

До подібних засобів зв'язку відносяться: Harris RF-7800V-НН, Aselsan PRC-9661/VRC-9661, Elbit MCTR-7200 та ін. (таблиці 1).

Враховуючи характеристичні особливості даних засобів та особливості функціонування МР, можливо дійти висновку, що застосування цих засобів може дозволити підвищити стан функціонування МР, ефективність, оперативність та динамічність процесу управління СУПД, елементами МР, тощо. Однак лишається питання своєчасності прийняття управлінського рішення щодо функціонування МР з модернізацією процесу прийняття управлінського рішення, яке ґрунтується на експертних, аналітичних висновках, апаратним шляхом та з дорученням підходів які є більш адекватними в сучасних умовах розвитку комунікаційних технологій. Для отримання цього ефекту є потреба в розробці методу моніторингу стану функціонування системи управління потоками даних в мобільних радіомережах з використанням нейронних мереж.

Основними недоліками існуючих методів моніторингу стану функціонування систем управління є: не врахування особливостей функціонування МР, громіздка та математично обтяжлива структура побудови, обмеженість застосування в умовах непередбачуваної мережевої активності, великий час та низька точність моніторингу, застосування експертної або аналітичної оцінки [4,9].

В наслідок чого виникає необхідність висунування множини вимог до методів моніторингу стану функціонування системи управління потоками даних з метою їх застосування в МР, а саме: застосування в середовищі яким характеризується саме МР, збільшення рівня точності рівня моніторингу, збільшення

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика засобів радіозв'язку

Характеристики	Harris RF-7800V-НН	Aselsan PRC-9661	Elbit MCTR-7200
MANET	так	так	так
MESH	так	так	так
IP-мережі	так	так	так
Вид модуляції	SDR: AM/FM- FSK/ASK-MELP Voice, ASKData, FSK/TCM	AM; FM; 16APSK, 8PSK, DQPSK, TDMA; DSSS	FM(F3E), AM (A3E), BFSK, DPSK, GMSK
Діапазон частот МГц	30-108	30-512	NBWF: 30-512 WBWF: 225-512
Шифрування	AES-256	AES-256	AES256
GPS	так	так	так
USB	так	ні	так
RS-232	так	так	так
Wi-Fi	ні	ні	ні
Bluetooth	ні	ні	ні
Ethernet	так	так	так
AUDIO	ні	так	ні
Відео H264	ні	так	так

рівня швидкості прийняття управлінського рішення, зменшення рівня часу моніторингу, невелика математична та ресурсна обтяжливість, функціонування за умов нестійкої кількості обчислювальних ресурсів, інтелектуалізація процесу прийняття рішень.

У зв'язку з тим що система моніторингу стану функціонування МР має встановлювати зміни стану функціонування МР, то сама система повинна відслідковувати весь потік даних, що циркулює між елементами СУПД, мережі та в МР в цілому. Для цього СУПД повинна здійснювати функціонування на всіх рівнях моделі OSI, забезпечуючи при цьому: контроль інформаційного потоку, контроль з'єднань, контроль структури та вмісту повідомлень з пакетами [2,4].

Існуючі системи моніторингу стану функціонування передбачають прийняття рішень щодо встановлення порушення функціонування на основі обробки множини різномірних параметрів даних. Порушення функціонування в свою чергу реалізується різнонаправленими діями. Інформація, під час проходження СУПД, аналізується за відповідними параметрами на предмет встановлення порушень функціонування. У результаті чого на виході СУПД в МР з'являється ознака рішення щодо наявності або відсутності порушення або наявності зміни стану рівня функціонування МР [1,3].

В якості навчальної множини існуючі системи моніторингу використовують конкретні різновиди порушень, які містяться у відповідній базі, серед яких мі-

ститься два типи ознак [1,10]. Тобто на основі вхідних параметрів трафіка відбувається перевірка на наявність порушень функціонування та маркування їх як „порушення” або „не порушення”. Вирішуючи задачу класифікації порушень система моніторингу ставить у відповідність параметри мережевого трафіка, який поділяються на відповідні категорії. Після чого, відкласифіковані параметри вхідних даних співвідносяться до множини управляючих рішень щодо варіантів реагування на кожен окремий тип порушення. В наслідок чого встановлюється рівень функціонування МР.

Виходячи із викладеного вище пропонується провести розробку методу моніторингу стану функціонування системи управління потоками даних в мобільних радіомережах з використанням нейронних мереж шляхом удосконалення існуючого аналітичного методу моніторингу стану функціонування з урахуванням вищезазначених вимог, з метою застосування методу в СУПД мобільної радіомережі.

**Об’єктом розгляду статті є** процес забезпечення належного рівня функціонування елементів управління потоками даних, передачі інформації в МР з заданою якістю та в цілому функціонування МР.

**Предметом дослідження є** метод моніторингу стану функціонування системи управління потоками даних в мобільних радіомережах з використанням нейронних мереж.

**Постановка задачі наукового дослідження.** Розглядається ситуація рівноймовірного знаходження системи у стані протікання порушень стану функціонування МР. В один і той же час відбуваються як порушення функціонування МР так і пошук варіантів протидій на можливі порушення. Також будується база з варіантами протидій на множину можливих порушень. Так як кожен тип порушень характеризує множину цілей при їх проведенні у МР, дії яких направлені на елементи МР або на МР в цілому. Під час встановлення порушень буде застосовуватись механізм логічного виводу для опису бази вхідних параметрів з використанням нейронної мережі. На підставі співставлення вхідних параметрів, у системі правил буде формуватись рішення, щодо їх класифікації. Вихідним значенням є: значення встановленого стану функціонування та проаналізованого стану МР у вигляді, або  $= 1$  – „неконтрольований” вплив, або  $= 0$ , „контрольований” вплив. Також на виході отримуються параметри встановленої поведінки та пропозицій для підсистеми реалізації рішень відносно варіантів реагування на встановлене порушення стану функціонування.

Процес контролю роботи мережі зазвичай поділяють на два етапи – моніторинг і аналіз. Моніторинг, являє собою процедуру збору первинних даних про роботу мережі: статистики функціонування елементів мережі, кількість циркулюючих в мережі даних і пакетів, стан портів концентраторів, комутаторів і маршрутизаторів, тощо. Завдання моніторингу може вирішуватись програмними і апаратними вимірниками, тестерами, мережевими аналізаторами, вбудованими засобами моніторингу комунікаційних пристроїв, а також агентами систем управління. Моніторинг продуктивності на основі статистичних даних дозволяє оцінювати час та точність прийняття рішень, величину трафіка, а також планувати побудову мережі.

Аналіз являє собою більш складний і інтелектуальний процес осмислення зібраної на етапі моніторингу інформації, зіставлення її з даними, отриманими

раніше, і вироблення припущень про можливі причини сповільненої або ненадійної роботи мережі. Завдання аналізу вимагає більш активної участі людини і використання таких складних засобів, як експертні системи, що акумулюють практичний досвід багатьох мережевих фахівців. В свою чергу даний етап передбачає комбінування методів інтелектуалізації та експертних висновків.

У зв'язку з тим що процес вироблення припущень про можливі причини сповільненої або ненадійної роботи мережі, на основі використання штучного інтелекту та експертів, виходять за межі розгляду даної роботи тому доцільним буде проведення моніторингу стану функціонування СУПД в МР (збору даних про роботу мережі, статистики функціонування елементів мережі) з використанням нейронних мереж.

**Обмеження та допущення:** Для ідентифікації поведінки розглянута штучна множина порушень, що є загрозами стану функціонування МР. Пошукова вибірка порушень запропонованого методу обмежена кількістю навчальної вибірки існуючого методу. Передбачена можливість проведення навчання новим типам поведінки в ході моделювання системи, за прикладом навчання нейронних мереж. Кожна нова поведінка фіксується як нове порушення. Процес порушення є квазістаціонарним на інтервалі часу. При побудові моделі доцільно врахувати характеристику існуючих МР. Вважатимемо, що у складі кожної МР функціонує система управління (СУ), що складається з множини підсистем, які виконують функції управління ресурсами відповідно до рівнів моделі OSI. Вказана СУ здатна проводити встановлення неточності та неповноти даних вхідного трафіка.

**Необхідно:** розробити метод моніторингу стану функціонування СУПД в МР шляхом удосконалення існуючого методу з урахуванням множини висунутих вище вимог до розробляемого методу.

**Суть розробки** методу полягає в удосконаленні існуючого методу [12] шляхом моніторингу стану функціонування МР з використанням нейронних мереж, розподільчої ідентифікації параметрів порушень стану функціонування з проведенням вибору щодо застосування заходів із захисту системи при статистичному описі МР та врахуванням множини впливів на неї на основі нейронних мереж.

## **2. Виклад основного матеріалу. *Новий метод оцінювання стану функціонування СУПД в МР з використанням нейронних мереж.***

Моніторинг порушень стану функціонування МР може відбуватись тільки у разі проведення ідентифікації параметрів порушень, які реалізуються множиною різнонаправлених та різних за своїм змістом порушень.

Тому проведемо ідентифікацію вхідних даних (параметрів даних) трафіка.

I. Під ідентифікацією будемо розуміти знаходження моделі в оптимальному стані. Побудова моделі відбувалася за результатами спостережень за вхідними та вихідними змінними об'єкта спостереження, а саме набором параметрів трафіка [8]. З урахуванням завдань виділяють наступні типи ідентифікації: структурна ідентифікація, яка дозволяє визначити форму моделі з деякого заданого класу функцій; параметрична ідентифікація, яка визначає параметри моделі [2,4,13].

Однак виходячи із поставленого завдання, щодо ідентифікації вхідних даних на основі параметрів порушень, буде застосована саме параметрична іден-

тифікація. При параметричній ідентифікації дані про об'єкт обробляються для отримання про нього апостеріорної інформації. При цьому оцінюються параметри обраної моделі. Для ідентифікації об'єкта довільного порядку використовується метод найменших квадратів, що потребує мінімізації середнього квадрата неузгодженості правої і лівої частин рівняння:

$$S = \int_0^T \left[ \sum_{i=0}^n a_i \cdot y^{(i)}(t) - \sum_{j=0}^m b_j \cdot x^{(j)}(t) \right]^2 dt \rightarrow \min, \quad (1)$$

де:  $y^{(i)}$ ,  $x^{(j)}$  – похідні  $i$ -го і  $j$ -го порядку від функцій вихідного і вхідного сигналів.

При побудові моделі моніторингу стану функціонування МР за експериментально отриманими даними поширеною є ситуація, для якої практично вся інформація, що використовується обробником для розв'язання поставленого завдання, обмежується вибіркою вихідних даних. Тому для рішення завдання параметричної ідентифікації використовують методи та підходи, орієнтовані виключно на інформацію про невідповідність між виходами об'єкта та моделі. Для рішення задачі параметричної ідентифікації застосуємо показники:

$$Q = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (z_i - f(X_i, A))^2. \quad (2)$$

Оцінка дисперсії помилки розраховується за формулою:

$$\tilde{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{1}{n-l} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \frac{S^{(l)}}{n-l}, \quad (3)$$

де  $l$  – кількість параметрів регресійної моделі,  $S^{(l)}$  – сума квадратів невідповідності цієї моделі.

II. Наступним кроком буде проведення моніторингу стану функціонування МР на основі ідентифікованих даних та пошуку відповідності цих даних множині варіантів впливу на порушення. У моделях які характеризуються динамічною структурою побудови, до яких і належить МР стан функціонування являє собою часовий зріз властивості функціонування інформації і описується значенням відповідного показника в певний момент часу.

Процес моніторингу стану функціонування  $x$  і процес застосування засобів забезпечення функціонування (ЗЗ)  $u$  реалізуються за крокам. На кожному  $n$ -ому кроці отримується деяка сукупність даних про стан функціонування системи  $x_n$ , яка залежить від реалізованих варіантів впливу на порушення функціонування  $\lambda$ , що характеризують стан МР і впливають на вибір використовуваних захисних механізмів. Використовуючи отримані і вже відомі відомості про стан функціонування МР  $x_n, x_{n-1}, \dots$ , приймається рішення  $u_n$  про застосування засобів забезпечення функціонування, яке може залежати і від раніше прийнятих рішень  $u_{n-1}, u_{n-2}$ . Якщо  $n = 1, 2, \dots, N$  то повна сукупність даних про стан системи  $x$ , рішень про застосування ЗЗ  $u$  та реалізовані варіантів впливу на порушення функціонування  $\lambda$  можна описати векторами:

$$x = X_N = \{x_1, \dots, x_N\}, u = U_N = \{u_1, \dots, u_N\}, \lambda = \Lambda_N = \{\lambda_1, \dots, \lambda_N\}. \quad (4)$$

Величина середнього ризику виникнення порушень визначається виразом:

$$R(\varphi) = R(\Phi_N) = M \{g(U_N, \Lambda_N, X_N)\}, \quad (5)$$

де  $\Phi_N = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N)$  – сукупність частоти появи ймовірностей, кожна з яких задає правило прийняття ЗЗ на  $n$ -ому кроці, а їх добуток – вирішальне правило в цілому.

Нехай оптимальному правилу прийняття рішення при реалізованих ЗЗ відповідає сукупність  $\Phi_{N_0}$ . Тоді мінімальний середній ризик виникнення порушень:

$$\begin{aligned} R(\Phi_{N_0}) &= \min_{\Phi_N} M \{g(U_N, \Lambda_N, X_N)\} = \\ &= \min_{(\varphi_1, \dots, \varphi_{N-1})} \left[ \min_{\Phi_N} M \{g(U_N, \Lambda_N, X_N) | X_N, U_N\} \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

Частота появи ймовірності виникнення порушень  $p_{n+1}(X_{n+1} | X_n, U_n)$ , визначається через частоту  $p_n(x_n | \Lambda_n, X_{n-1}, U_{n-1})$  і  $p_n(\lambda_n | \Lambda_n, \Lambda_{n-1}, U_{n-1})$  за звичайними правилами теорії ймовірностей.

На III кроці буде проведено побудови нейронної мережі (НМ).

НМ це мережа де кожен нейрон з'єднаний з іншими компонентами вхідного вектору. НМ здатна функціонувати в умовах перешкод, так як число класів порушень фіксовано, ваги модифікуються повільно, та настроювання ваг закінчується після навчання. НМ також дозволяє виявляти кластери в навчальних даних та відносити данні до тих або інших кластерів. Якщо після навчання мережа зустрічається з набором даних, несхожим з відомими зразками, то вона не може класифікувати такий набір і тим самим завдяки відповідності ваг виявляє його новизну.

Структурна схема НМ з моніторингу стану функціонування СУПД в МР зазначено на рис. 1.

Перший шар нейронних елементів, призначений для розподілу вхідних сигналів  $X_m$  на нейрони шару мережі, в якості яких виступають кількість параметрів мережевого з'єднання які характерні функціонуванню блокам СУПД,  $m = 5$ .

Другий шар мережі складається з  $n = 5$  нейронів, та відіграє ключову роль в класифікації даних і здійснює кластеризацію вхідного простору образів за вищезазначеним підходом, в результаті чого утворюються кластери різних образів, кожному з яких відповідає свій нейронний елемент. Кількість нейронів шару дорівнює –  $n_K$ . Причому:

$$n_K = f + l, \quad (7)$$

де  $f$  – кількість нейронів шару, які відповідають категоріям порушень;  $l$  – кількість нейронів шару, які відповідають видам нормального з'єднання.

У зв'язку з тим, що в шарі НМ використовується поділ нейронів, які характеризують або нормальне з'єднання, або порушення, то коректна класифікація

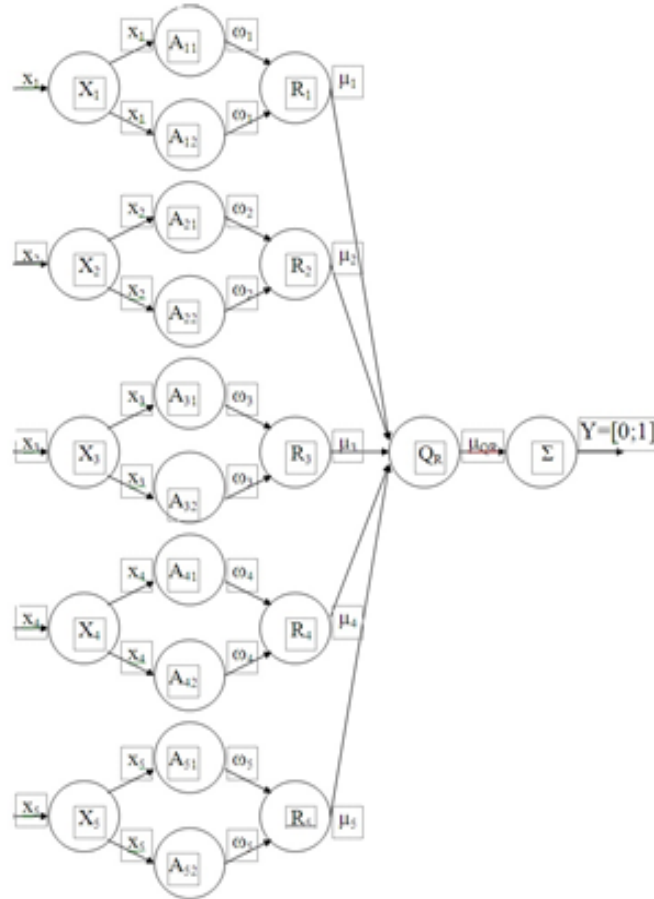


Рис. 1. Структурна схема НМ з моніторингу стану функціонування ПУПД

відбувається, якщо при подачі на вхід мережі параметрів порушень переможцем буде один з  $f$  нейронів шару, або, якщо при подачі на вхід мережі параметрів нормального з'єднання переможцем буде  $l$  нейрон шару. В інших випадках відбувається некоректна класифікація.

Навчання НМ буде складатись з двох етапів:

- на початковому обирається велике значення швидкості навчання та радіус навчання, що дозволяє розташувати вектори нейронів у відповідності з розподільним прийомом у виборці.
- на заключному проводиться більш точне налаштування ваг, коли значення параметрів швидкості навчання набагато менше початкових.

Навчання продовжуватиметься до тих пір, поки похибка мережі при  $P$  вхідних векторах не стане найменшою величиною ( $\omega_j$  – вектор вагів „нейрона-переможця“).

$$E = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^P \|x_i - \omega_j\|^2. \quad (8)$$

Після надання рівних можливостей для перемоги нейронів, та підрахунку похибки нейронний елемент переможець з номером  $k$  визначатиметься:

$$d_k = \min_j d_j. \quad (9)$$



З метою перевірки коректності проведення класифікації при визначенні „нейронів-переможців”, відбувається визначення ваг нейронів у області класифікації за допомогою перевірки наступних умов:

– якщо, у разі подачі на вхід мережі нормального з’єднання переможцем є один з  $l$  нейронів або при подачі на вхід мережі аномального з’єднання переможцем є один з  $f$  нейронів мережі. То проводиться модифікація вагових коефіцієнтів „нейрона-переможця” у відповідності з виразом:

$$\omega_{mk}(t+1) = \omega_{mk}(t) + \gamma(x_m - \omega_{mk}(t)), \quad (10)$$

де  $\gamma$  – параметр норми навчання,  $t$  – номер ітерації навчання.

– якщо, у разі подачі на вхід мережі нормального з’єднання переможцем не є один з  $l$  нейронів або при подачі на вхід мережі аномального з’єднання переможцем не є один з  $f$  нейронів мережі. То проводиться модифікація вагових коефіцієнтів „нейрона-переможця” у відповідності з виразом:

$$\omega_{mk}(t+1) = \omega_{mk}(t) - \gamma(x_m - \omega_{mk}(t)). \quad (11)$$

Третій шар – являє собою процедуру збору ступенів належності вхідних параметрів відповідним нечітким правилам та визначення переможного значення рівня відповідності {висока, низька}. Кількість нейронів шару  $R_m$  відповідає кількості вхідних значень (блоків). Закінчення нечітких правил з визначенням переможних термів параметрів направляються на нейрон четвертого шару. Переможний лінгвістичний терм параметру визначається, як оптимальне значення переможних параметрів або максимальних переможних значень:

$$R_m = \text{opt} \{ \max \mu_{A_m}; x_m \}. \quad (12)$$

Четвертий шар складається з лінійного нейронного елемента  $\sum$  – суматора якій розташований у кожному аналізаторі блока. Суматори при отриманні  $Y_n = 1$  або  $Y_n = 0$  встановлюють „аномальне” або „нормальне” значення стану функціонування кожного окремого аналізатора [14,15]. У результаті проходження НМ, на його виході буде з’являтися відповідне значення щодо визначення рівня функціонування на кожному окремому блоці СУПД та його класифікації.

**3. Висновки.** Було розроблено метод моніторингу стану функціонування підсистеми управління потоками даних в мобільних радіомережах способом удосконалення існуючого методу. Суть нового методу: полягає в удосконаленні існуючого методу [12] шляхом моніторингу стану функціонування МР з використанням нейронних мереж, розподільчої ідентифікації параметрів порушень стану функціонування з проведенням вибору щодо застосування заходів із захисту системи при статистичному описі МР та врахуванням множини впливів на неї на основі нейронних мереж.

На відміну від існуючого методу, який оцінює рівень функціонування на основі повної вибірки параметрів порушень, шляхом послідовного аналізу процесу впливу порушень на інформаційну систему, без можливості пошуку нових типів порушень та підбору управлінських рішень направлених на підтримання рівня функціонування системи, що призводить до зменшення рівня точності та збільшення часу прийняття рішень, які не враховують характеристичні особливості функціонування МР. Запропонований метод забезпечує оцінку рівня фун-

кціонування МР на основі множини параметрів, які відображають саме функціонування елементів МР з функцією паралельно-розподільчої ідентифікації нових типів порушень з використанням НМ. Даний метод дозволить: зменшити час прийняття рішення щодо моніторингу стану функціонування СУПД в МР, збільшити точність прийняття рішення щодо моніторингу стану функціонування СУПД в МР, при збереженні повноти навчальної вибірки запропонованого методу не нижчого, ніж у існуючого методу, за рахунок використання нейронних мереж, алгоритму розподільчої ідентифікації та ідентифікації нових типів порушень.

### Список використаної літератури

1. Сальник С. В., Крамський А. Є., Сторчак А. С. Модель ієрархічно-розподільного управління мобільної радіомережі спеціального призначення з функцією захисту. *Київ: Збірник наукових праць. Спеціальні телекомунікаційні системи та захист інформації ІСЗЗІ НТУУ КПІ*. 2019. Т. 1. № 5. С. 29–37.
2. Сальник С. В., Голь В. Д., Дівіцький А. С. Аналіз методів управління потоками даних в мобільних радіомережах військового призначення. *Київ: Збірник наукових праць. Спеціальні телекомунікаційні системи та захист інформації ІСЗЗІ НТУУ КПІ*. 2020. Т. 1. № 7. С. 41–51.
3. Сальник С. В., Сова О. Я., Симоненко О. А., Меркотан Д. Ю. Метод управління радіозв'язністю вузлів в тактичних радіомережах класу MANET. *Київ: Збірник наукових праць. Спеціальні телекомунікаційні системи та захист інформації ІСЗЗІ НТУУ КПІ*. 2020. Т. 1. № 7. С. 5–24.
4. Сальник С. В. Аналіз методів прогнозування часу перевантаження маршрутів передачі даних в мобільних радіомережах військового призначення. *Київ: Збірник наукових праць. Спеціальні телекомунікаційні системи та захист інформації ІСЗЗІ НТУУ КПІ*. 2018. Т. 2. № 4. С. 55–62.
5. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации. Москва : Техносфера. 2011. 904 с.
6. Романюк В. А., Сова О. Я., Жук А. В., Минович Д. А. Проблема построения системы управления в сетях MANET. *Севастополь: Сборник тез докладов и выступлений участников XX Международной Крымской конференции, „СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии”, (КрыМиКо)*. 2010. С. 43–44.
7. Бовда Е. М. Метод управління перерозподілом навантаження в SDN мережах. *Збірник наукових праць ВІТІ*. 2017. № 2. С. 6–15.
8. Будкова Л. В., Корнієнко В. І. Комплексна оцінка характеристик та ідентифікація трафіку в інформаційних телекомунікаційних мережах. *Харків: ХУПС Системи обробки інформації*. 2013. Т. 2. № 109. С. 207–211.
9. Гарасимчук О. І., Костів Ю. М. Оцінка ефективності систем захисту інформації. Частина 1. *Вісник КНУ ім. Михайла Остроградського*. 2011. Т. 1. № 66. С. 16–20.
10. Ibrahim M. K. (2012). Decision support system for network routing optimization problem. *Journal of Kufa for Mathematics and Compute*. Vol. 1. No. 5. P. 52–59.
11. Жук П. В., Сова О. Я., Мінович А. І. Романюк В. А. Метод підтримання діючих маршрутів на основі прогнозованого часу їх існування в радіомережах типу MANET. *Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ КПІ*. 2011. № 3. С. 34–43.
12. Сторчак А. С. Модель оцінки стану захищеності інформації на основі керованих багатокрокових процесів прийняття рішення. *Спеціальні телекомунікаційні системи та захист інформації ІСЗЗІ НТУУ КПІ*. 2013. Т. 2. № 24. С. 112–118.
13. Голяницький І. А. Математические модели и методы в радиосвязи. Москва : Эко-Трендз, 2005. 440 с.
14. Кõхонен Т. К. Itsejãrjestãvãt kartat. Binom. Osaamislaboratorio, 2008. 655 p.
15. Рутковский Л. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. 520 с.

**Salnyk S. V.** Method of monitoring the state of functioning of the data flow management system in mobile radio networks using neural networks.

The article develops a method for monitoring the functioning of the data flow control system in mobile radio networks using neural networks in a way to improve the existing method. To ensure effective management of mobile radio networks in conditions of frequent changes in the environment is possible only with a node control system capable of monitoring the functioning of the data flow management subsystem. The essence of the new method: is to improve the existing method by monitoring the functioning of mobile radio networks using neural networks, distributive identification of parameters of malfunctions with the choice of measures to protect the system in the statistical description of mobile radio networks and . Unlike the existing method, which assesses the level of functioning on the basis of a full sample of parameters of violations that do not take into account the characteristics of mobile radio networks, by consistent analysis of the impact of violations on the information system and without the possibility of finding new types of violations. system operation. The proposed method provides an assessment of the level of functioning of mobile radio networks on the basis of many parameters that reflect the functioning of elements of mobile radio networks with the function of parallel-distributive identification of new types of violations using neural networks. This method will: reduce the time of decision-making on monitoring the state of data flow management system in mobile radio networks, increase the accuracy of decision-making on monitoring the state of data flow management system in mobile radio networks, while maintaining the completeness of the proposed sample method is not lower than the existing method, through the use of neural networks, the algorithm of distributive identification and identification of new types of violations.

**Keywords:** mobile radio network, monitoring, state of functioning, data flow management system, management decision, neural network.

## References

1. Salnyk, S. V., Kramskyi, A. Y., & Storchak, A. S. (2019). Model iierarkhichno-rozpodilnoho upravlinnia mobilnoi radiomerezhki spetsialnogo pryznachennia z funktsiieiu zakhystu. *Kyiv: Zbirnyk naukovykh prats. Spetsialni telekomunikatsiini systemy ta zakhyst informatsii ISZZI NTUU KPI*, 1(5), 29–37.
2. Salnyk, S. V., Hol, V. D., & Divitskyi, A. S. (2019). Analiz metodiv upravlinnia potokamy danykh v mobilnykh radiomerezhakh viiskovoho pryznachennia. *Kyiv: Zbirnyk naukovykh prats. Spetsialni telekomunikatsiini systemy ta zakhyst informatsii ISZZI NTUU KPI*, 1(7), 41–51.
3. Salnyk, S. V., Sova, O. Y., Symonenko, O. A., & Merkotan, D. I. (2020). Metod upravlinnia radiozviaznistiu vuzliv v taktychnykh radiomerezhakh klasu MANET. *Kyiv: Zbirnyk naukovykh prats. Spetsialni telekomunikatsiini systemy ta zakhyst informatsii ISZZI NTUU KPI*, 1(7), 5–24.
4. Salnyk, S. V. (2018). Analiz metodiv prohozuvannia chasu perevantazhennia marshrutiv peredachi danykh v mobilnykh radiomerezhakh viiskovoho pryznachennia. *Kyiv: Zbirnyk naukovykh prats. Spetsialni telekomunikatsiini systemy ta zakhyst informatsii ISZZI NTUU KPI*, 2(4), 55–62.
5. Holdsmyt, A. (2011). *Besprovodnie kommunykatsyy*. Moskva: Tekhnosfera.
6. Romaniuk, V. A., Sova, O. Y., Zhuk, A. V., & Mynochkyn, D. A. (2010). Problema postroeniya systemy upravleniya v setiakh MANET. *Sevastopol: Sbornyk tez dokladov y vystuplenyi uchastnykov KhKh Mezhdunarodnoi Krimskoi konferentsyy, „SVCh-tekhnyka y telekommunikatsyonnye tekhnolohyy”, (KriMyKo)*, 43–44.
7. Bovda, E. M. (2017). Metod upravlinnia pererozpodilom navantazhennia v SDN merezhakh. *Zbirnyk naukovykh prats VITI*, 2, 6–15.
8. Budkova, L. V., & Korniienko, V. I. (2013). Kompleksna otsinka kharakterystyk ta identyfikatsiia trafiku v informatsiinykh telekomunikatsiinykh merezhakh. *Kharkiv: KhUPS Systemy obrobky informatsii*, 2(109), 207–211.

9. Harasymchuk, O. I., & Kostiv, Y. M. (2011). Otsinka efektyvnosti system zakhystu informatsii. Chastyna 1. *Visnyk KNU im. Mykhaila Ostrohradskoho*, 1(66), 16–20.
10. Ibrahim, M. K. (2012). Decision support system for network routing optimization problem. *Journal of Kufa for Mathematics and Compute*, 1(5), 52–59.
11. Zhuk, P. V., Sova, O. Y., Minochkin, A. I. & Romaniuk, V. A. (2011). Metod pidtrymannia diiuchykh marshrutiv na osnovi prohnzovanoho chasu yikh isnuvannia v radiomerezhakh typu MANET. *Zbirnyk naukovykh prats VITI NTUU KPI*, 3, 34–43.
12. Storchak, A. S. (2013). Model otsinky stanu zakhyshchenosti informatsii na osnovi kerovanykh bahatokrokovykh protsesiv pryiniattia rishennia. *Spetsialni telekomunikatsiini systemy ta zakhyst informatsii ISZZI NTUU KPI*, 2(24), 12–118.
13. Holianytskyi, Y. A. (2005). *Matematycheskye modely y metody v radyosviazы*. Moskva: Eko-Trendz.
14. Kõkhonen, T. K. (2008). *Itsejärjestävät kartat*. Binom. Osaamislaboratorio.
15. Rutkovskiy, L. (2010). *Yskusstvennie neironnie sety. Teoryia y praktyka*. Moskva: Horiachaia lynyia-Telekom. 520.

Одержано 13.06.2022